

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

GIDA TEKNOLOJİSİ

FENOLİK BİLEŞİKLER VE DOĞAL RENK MADDELERİ

Ankara, 2013

-
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
 - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
 - PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR.....	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1.....	2
1. fenolik bileşikler	2
1.1.Fenolik Bileşiklerin Tanımı.....	2
1.2.Fenolik Bileşiklerin Önemi	2
1.3.Fenolik Bileşiklerin Özellikleri.....	3
1.3.1. Fenolik Bileşiklerin Tat ve Koku Üzerine Etkileri.....	4
1.3.2. Fenolik Bileşiklerin Renk Üzerine Etkileri	5
1.3.3. Fenolik Bileşiklerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	7
1.4. Fenolik Bileşik Çeşitleri.....	7
1.4.1. Fenolik Asitler.....	7
1.4.2. Flavonoidler	9
UYGULAMA FAALİYETİ	15
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	16
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	17
2.DOĞAL RENK MADDELERİ.....	17
2.1.Klorofiller.....	17
2.2. Antosiyaninler.....	21
2.2.1. Glikozitlerin Etkisi	23
2.2.2.pH Etkisi.....	23
2.2.3.SO ₂ (Kükürt dioksit)Etkisi.....	24
2.2.4. Işık ve Sıcaklığın Etkisi.....	24
2.2.5. Askorbik Asit Etkisi.....	25
2.2.6. Meyve ve Sebzelerin Cins ve Olgunlukları	25
2.2.7. Klorofilaz Enzimi Etkisi.....	25
2.2.8. Ambalaj Maddelerinin Etkisi	26
2.3.Karotenoidler	26
2.3.1. Karotenler	29
2.3.2.Likopen	30
2.3.3.Ksantofiller	32
2.3.4. Antoksanin.....	32
2.3.5. Tanenler.....	32
2.4. Betalainler	33
2.5. Myoglobin ve Hemoglobin.....	34
UYGULAMA FAALİYETİ	39
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	40
MODÜL DEĞERLENDİRME	41
CEVAP ANAHTARLARI	43
KAYNAKÇA.....	45

AÇIKLAMALAR

ALAN	Gıda Teknolojisi
DAL / MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, fenolik bileşikler ve gıdalarda doğal renk maddeleri konuları konusunda bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Fenolik Bileşikler ve Doğal Renk Maddeleri incelemek.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Öğrenci, bu modül ile gerekli bilgileri alıp, uygun ortam sağlandığında tekniğine uygun olarak fenolik bileşikler ve doğal renk maddelerini inceleyebilecektir. Amaçlar Öğrenci; 1. Tekniğine uygun olarak fenolik bileşikleri ayırt edebilecektir. 2. Gıdalardaki doğal renk maddelerini ayırt edebilecektir.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme, kütüphane, Donanım: Bilgi teknolojileri ortamı(internet) vb. kendi kendinize veya grupta çalışabileceğiniz tüm ortamlar, tepegöz, tahta kalem, internet ortamı, yeşil renkli biber, domates, et, güneş ışığı, asetik asit,sitrik asit, laboratuvar malzemeleri, terazi.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra, verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda ise kazandığınız bilgi, beceri ve tavırları ölçmek amacıyla öğretmen tarafından hazırlanacak yazılı veya uygulamalı ölçme araçları ile değerlendirileceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Doğal gıdaların renkleri içerdikleri pigment olarak tanımlanan maddelerden kaynaklanmaktadır.

Meyveler ve sebzeler gibi doğal kaynaklı birçok ürün çeşitli renklere sahip olup çekicilikleri renkleri ile ilgilidir. Renk gıdaların duyusal özellikleri yönünden ele alındığında tüketici tercihi açısından gıdanın çekiciliğinde önemli bir rol oynar.

Gıdalar; işleme, depolama ve satışa sunma gibi çeşitli aşamalarda ısı, ışık, pH, oksijen gibi fiziksel ve kimyasal koşullara bağlı olarak renk kaybına uğramaktadır.

Bu nedenle gıda işleme sırasında ortaya çıkan renk farklılıklarını ve kayıplarını karşılayarak gıdanın kendi rengini koruma, ürünün renk tekdüzeliğini sağlama ve çekiciliğini artırma yoluna gidilmektedir.

Bu modül ile gıdalardaki fenolik bileşikler ve doğal renk maddelerini tanıyarak renk kayıplarına engel olabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Tekniğine uygun olarak fenolik bileşikleri ayırt edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Fenolik bileşiklerin kullanım alanlarını araştırınız.
- Çevrenizde bulunan gıda işletmelerine giderek sebze ve meyvelerin işlenmesini gözlemleyiniz.

1. FENOLİK BİLEŞİKLER

Bütün bitkiler metabolizmalarında, sekonder metabolit olarak ancak bitkinin kendi metabolizmalarındaki rolleri yeterince bilinmeyen, çok sayıda fenolik madde oluşturmaktadırlar. Bu nedenle, bitkisel kökenli bütün gıdalarda daima farklı nitelikte ve miktarda çeşitli fenolik bileşikler bulunmaktadır.

1.1.Fenolik Bileşiklerin Tanımı

Bir veya daha fazla sayıda hidroksil grubunun bağlanmış olduğu bir benzen halkası içeren bileşikler grubuna fenolik bileşikler veya polifenoller denir.

En az bir aromatik halka ve bu halkada çok miktarda hidroksil substitüenti bulunduran bileşiklerin tümüne fenolik bileşikler denir.

1.2.Fenolik Bileşiklerin Önemi

Gıda katkı maddelerinin bir grubunu oluşturan renk maddeleri günümüzde ayrı ve özel bir önem taşımaktadır. Bilindiği gibi çağdaş tüketici, gıdanın içinde yer alan her bir ögeyi bilmek ve onun tüketici açısından en üstün kabul edilebilirlik düzeyinde olması konusunda titizlik göstermek çabası içindedir. Ham maddede son ürün elde edilinceye kadar değişik aşamalarda kullanılabilen renk maddelerinin tüketici açısından kabul edilebilirliğinin olması gerekmektedir.

Fenolik bileşikler, fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

Flavanoidler; bitkisel çayların, meyve ve sebzelerin doğal yapılarında bulunan polifenolik antioksidanlardır.

Fenolik bileşiklerin bir kısmı meyve ve sebzelerin lezzetinin oluşmasında, özellikle ağızda acılık ve burukluk gibi iki önemli tat unsurunun oluşmasında etkilidirler.

Bir kısmı ise meyve ve sebzelerin sarı, sarı-esmer, kırmızı-mavi tonlardaki renklerinin oluşmasını sağlamaktadırlar. Meyve ve sebzelerin işlenmelerinde enzimatik esmerleşme gibi değişik sorunlara da neden olmaktadır.

Bu özellikler meyve ve sebzeler ile bunlardan elde edilen ürünler için son derece önemlidir.

Diğer taraftan bir kısım fenolik maddeler, örneğin antosiyaninler, meyve sebzelerin kendine özgü renklerinin oluşmasını sağlamaktadır.

Meyveler, özellikle içerdikleri fenolik bileşiklerin antioksidatif ve antimikrobiyal etkilerine bağlı olarak sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmektedir.

Fenolik bileşiklere, beslenme fiziyojisi açısından olumlu etkileri nedeniyle "biyo flavonoid" adı da verilmektedir.

Ayrıca gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; enzim inhibisyonuna neden olmaları ve değişik gıdalarda kalite kontrol kriteri olmaları gibi nedenlerle de önem taşımaktadırlar.



Resim.1.1: Değişik renklerdeki biberler

1.3.Fenolik Bileşiklerin Özellikleri

Bitkiler âleminde en yaygın ve en çok bulunan bileşik sınıfıdır. Bitkilerde, çiçek, yaprak, meyve renkleri, bazı bitkilere koku vermelerinin yanında; bitkileri haşere ve mikroorganizma saldırılarına karşı koruma görevleri de vardır.

Meyve ve sebzelerin kendilerine özgü buruk tat ve renkleri içerdikleri fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Bazı fenolik bileşikler ise acı tadın oluşmasında da rol almaktadırlar.

Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları, değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadırlar.

Fenolik bileşikler proteinlerle kompleks oluşturarak tortu yaparlar. Fenolik bileşiklerin bu özelliklerinden meyve suyu endüstrisinde meyve suyunun durultulması sırasında yararlanılmaktadır.

Bitkilerdeki fenolik bileşikler; fenolik asitler (veya fenolkarbonik asitler), flavonoidler ile küçük moleküllu ve çoğunlukla uçucu olan bileşiklerdir. Bunlardan, gıdaların yapılarında yer alan fenolik asitler ve flavonoidler önem taşımaktadır.

Fenolik bileşikler gıdalarda istenilmeyen renk değişimlerine neden olurlar. Bunlar arasında en önemlisi enzimatik esmerleşmelerdir. Fenolik bileşiklerin oksidasyonuna neden olan bu reaksiyonları katalize eden enzimlere genel olarak polifenoloksidaz enzimleri (PPO) adı verilmektedir. Gıdalarda enzimatik esmerleşme, genellikle kalite kaybı olarak değerlendirilmekte ve bu nedenle meyve ve sebzelerin işlenmeleri sırasında fenolik maddelerin oksidasyonları çeşitli yöntemlerle önlenmeye çalışılmaktadır.

Fenolik bileşikler endüstride; patlayıcı madde, farmasötik, plastik, kâğıt, boya, ilaç, pestisit ve antioksidanların üretimi gibi birçok yerde kullanılırlar.

1.3.1. Fenolik Bileşiklerin Tat ve Koku Üzerine Etkileri

Fenolik bileşikler bitki ve hayvansal kökenli pek çok gıdanın tat ve aromasına katkıda bulunabilirler. Gıdalarda acılık ve burukluğun kaynağı olan fenolik bileşiklerin önemli bir bölümü, meyve, sebze ve bunlardan elde edilen ürünlerin lezzetinin oluşmasında çok önemlidir.

Flavanon glikozitleri turunçgillerde yaygın olarak bulunmaktadır. Örneğin greyfurtlarda acı tadı veren naringin bir flavanon glikozittir. Portakallarda ise naringin ve neohesperidin fazla miktarda bulunmaktadır. Depolanan meyve sularında ferulik asit ise nahoş tat vermektedir.

Gıdalarda bulunan bazı fenolik bileşikler dilin tüm yüzeyinde ve yanak mukozasında bir buruşturma ve kurutma duyusuna neden olabilmektedir. Bu duyu burukluk olarak değerlendirilmektedir. Burukluğu sağlayan fenolik bileşikler gıdaların kabul edilebilirliğini etkileyebilmektedir. Trabzon hurması, dağ eriği, kızılıcık ve şarap ağızda buruk tadı veren gıdalara örnek olarak verilebilir. Bir gıda ağızda burukluk sağlıyorsa, onda bulunan en önemli fenolik bileşiklerin proantosiyanidinler olduğu ifade edilmektedir.

Proantosiyanidinler hem acı hem de buruk tat verebilmektedirler. Ancak fenolik bileşiklerin bir gıdaya buruk ve acı tadı verebilmesi için miktarının yeterli olması gerekir. Örneğin floridzin acı bir fenolik madde olmasına ve elmalarda bulunmasına rağmen, miktarı az olduğu için acılığa neden olmamaktadır.

Trabzon hurması meyvesi ve ürünlerinin buruk tadı fenolik bileşiklerden proantosiyanidinler kaynaklanmaktadır. Buruk tat meyvenin olgunlaşması ve dondurulup çözündürülmesi ile önemli ölçüde azalmaktadır. Fenolik bileşikler patatesten de acılık ve burukluktan sorumludurlar.

1.3.2. Fenolik Bileşiklerin Renk Üzerine Etkileri

Her gıda maddesi için alışılmış bir renk istenmekte ve renk tüketici tercihleri açısından gıdanın çekiciliğinde önemli bir rol oynamaktadır. Meyvelerin rengi en önemli kalite özelliklerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Çoğu kalite kontrol uygulamaları genel olarak meyvelerin kalite derecesini ölçmek için rengi bir özellik olarak kullanır ve bu nedenle renk, ürünlerin ticari bir değeri olarak kabul edilir.

Flavonoidlerin geniş bir grubu gıdalarda lezzet katkısı yanında, gıdaların rengi üzerinde de etkilidir. Bitkilerde 4000'in üzerinde flavonoid tespit edilmiştir. Bitki orijinli gıdalar yaş ağırlığa göre kg başına birkaç gram flavonoid içerebilirler.

Flavonoidlerin günlük ortalama tüketiminin, kişi başına 50 mg'dan 1 g'a kadar değiştiği tahmin edilmekte ve flavonoidler insan diyetlerinin düzenli bir bileşenini oluşturmaktadırlar. Alınan toplam flavonoidin yaklaşık yarısı antosiyaninler, kateşinler ve oksoflavonoidlerdir.

Flavonoidler arasında bulunan antosiyaninler suda çözünebilir doğal renk maddeleri olup sebzeler, meyveler, meyve suları ve şarapların pembe, kırmızı, mavi ve mor renklerinden sorumludurlar.

Flavonoller, flavonlar, kalkonlar, flavanonlar, izoflavanonlar ve biflavonoidler gibi diğer flavonoidler ise bitkilerde sarı veya fildişi renklere katkıda bulunabilirler.

Doğada bulunan 16 farklı antosiyanidine farklı şekerlerin bağlanması ile çok farklı renkte antosiyaninler oluşabilmektedir. Birçok meyve ve sebze ile bitki ve çiçeklerin çok zengin renklerde olmasının nedeni budur.

Ayrıca pH, metal iyonları ve kopolimer varlığı yanı sıra işleme ve depolama koşulları da antosiyaninlerden kaynaklanan renk yoğunluğunu etkilemektedir.

Antosiyaninler düşük pH değerlerinde mor-kırmızı, yüksek pH değerlerinde ise yeşil-mavi bir renk alırlar.

Bu nedenle aynı antosiyanin çeşitli bitkisel dokularda farklı renkte olabilmektedir. pH değerindeki değişimin renk yoğunluğunu etkilediği ve pH 8,1 değerinde petanın için maksimum renk yoğunluğuna ulaşıldığı saptanmıştır. Antosiyanin kaynaklı rengin farklı işlem koşullarında korunabildiği görülmüştür.

Örneğin, mor patatesten izole edilen petaninin renk kararlılığı 10 °C’de ve pH 4’de 60 gün depolamadan sonra %84 den fazla oranda korunduğu belirlenmiştir.

Antosiyaninler fazla miktarlarda üzümü meyveler, kiraz, kıvılcık, kırmızı üzüm çeşitleri ve ahududu gibi meyvelerde bulunur. Sofralık üzüm çeşitlerinin veya şarabın tüketiciyi cezbetmesi, tane kabuğundaki antosiyanin miktarıyla yakından ilişkilidir.

Antosiyaninler; üzümde tanenin dış dokusu olan kabukta bulunmakta ve kabuk rengi içerdiği antosiyanin miktarına göre değişmektedir. Cinsine ve olgunluk derecesine bağlı olarak üzüm çeşitlerinin farklı fenolik bileşik kompozisyonu, özellikle flavonoller ve antosiyaninler, kırmızı üzüm ve şarapların farklı renk tonlarından sorumlu olan doğal pigmentlerdir. Şarabın depolanması süresince toplam fenoller, kateşinler ve proantosiyanidinlerde azalma meydana geldiği belirtilmiştir.

Antosiyaninler, gıdaların parlak kırmızı rengini sağlayan bilinen en iyi doğal gıda renklendiricileridir ve birçok gıdanın renklendirilmesinde sentetik boyalara karşı önemli bir alternatif olarak kabul edilmektedir.

Antosiyanin renklendirici olarak gıda ürünlerinde (reçel, jöle, içecekler, dondurma, yoğurt, konserve meyve, yiyecek süsleri, şekerlemeler vb.) geniş bir aralıkta kullanılmıştır.

Doğal endüstriyel renklendirici olarak antosiyaninlerin en yaygın kaynakları üzümler, mürver meyvesi, kuş üzümü, kırmızılaha ve siyah havuçtur. Çilek marmelatlarına siyah havuç konsantresi eklenmesinin, ürünün renginin uzun süre korunmasını sağlamada etkili olduğu gözlenmiştir.

Sert kabuklu meyvelerden Antep fıstığı üzerinde yapılan araştırmalarda, mirisetin, kateşin ve epikateşin gibi fenolik bileşiklerin bulunduğu ve zar tabakasındaki renginde antosiyaninlerden ileri geldiği görülmüştür.

Cevizlerde depolamaya bağlı olarak ortaya çıkan ve kalite parametresi olarak kullanılan altın sarısı-kahverengi zar renginin değişiminde lökoantosiyanidinler ve lökodelfinidinlerin etkili olduğu bildirilmektedir.

Bakla, bezelye ve börülcelerin tohum kabuğundaki fenolik bileşik miktarı, tüm tohumdan 7-10 kat daha fazladır. Çiçek ve tohum kabuğunun rengi ile fenolik bileşik (proantosiyanidin) düzeyi arasında yakın bir ilişki vardır. Fenolik bileşikleri içermeyen bakla çeşitleri beyaz tohum kabukları ile karakterizedir.

Elma, ayva ve patates gibi bazı meyve ve sebzeler kesildiği veya zedelendiği zaman bir süre sonra renklerinin değişip esmerleştiği görülür.

Polifenoloksidaz enzimlerinin, fenolik bileşikleri okside etmesi sonucu meydana gelen enzimatik esmerleşme, gıdalarda kalite kaybı olarak değerlendirilmekte ve gıdaların işlenmesi sırasında fenolik bileşiklerin oksidasyonu çeşitli yöntemlerle önlenmeye çalışılmaktadır.

1.3.3. Fenolik Bileşiklerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Fenolik maddeler günümüzde esansiyel olmayan aynı zamanda besin değeri de olmayan bileşikler olarak düşünülmektedir. Ancak insan sağlığı üzerine etkileri bulunduğu da bilinmektedir

Fenolik bileşiklere, beslenme fizyolojisi açısından olumlu etkileri nedeniyle biyoflavonoidler adı da verilir.

Flavonoidlerin en önemli biyolojik özelliği, antioksidatif etkiye sahip olmaları gösterilmektedir.

Meyve ve sebzelerin antioksidan özellikleri içerdikleri C ve E vitaminleri ile α -karotenden çok flavon, izoflavon, antosiyanin, kateşin ve izokateşin gibi flavonoidlerden kaynaklanmaktadır.

Fenolik maddelerin kalp sağlığı üzerine de olumlu etkilerinin olduğu bildirilmektedir. Örneğin, siyah çay, soğan ve elmadaki flavonoidlerin yüksek miktarlarda alınmasının yaşlılarda kalp hastalıklarına bağlı ölümleri azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir.

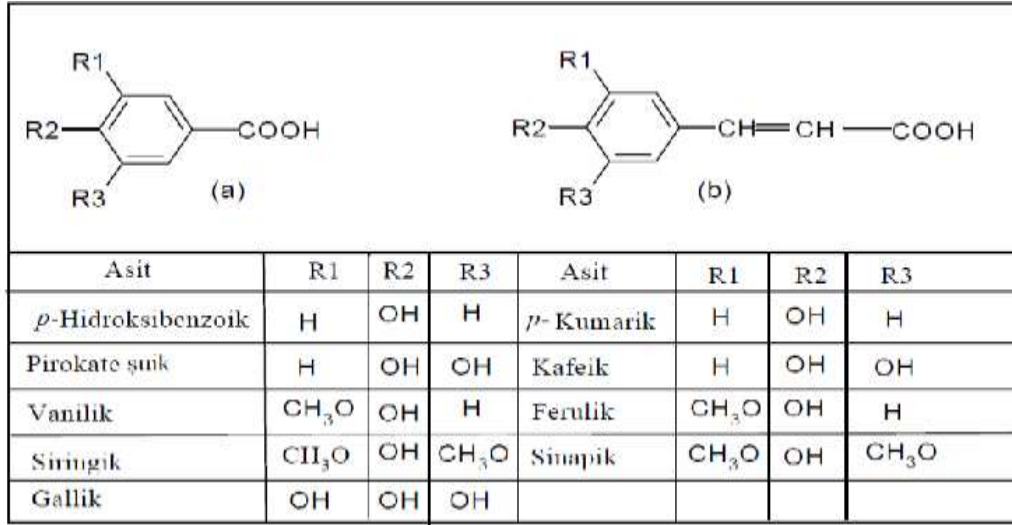
1.4. Fenolik Bileşik Çeşitleri

Fenolik bileşikler, fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir.

1.4.1. Fenolik Asitler

Fenolik asitler genel olarak canlı bitki dokularında serbest halde bulunmazlar ancak bitkilerin işlenmesi sırasında hidrolize şekilde ortaya çıkarlar. Karboksil grupları karbonhidratlar, glikozidler, aminoasitler veya proteinlerle reaksiyona girebilirler ve alkollerle fenol esterler, amino bileşikleri ile de amidleri oluştururlar.

Fenolik asitlerin, fenol halkasına bağlı hidroksil grupları da çok aktif olup, şekerlerle birleşerek glikozitleri oluştururlar. Fenolik asitlerin meyvelerdeki miktarları olgunluk durumuna göre değişmektedir.



Şekil.1.1: Fenolik asitlerin genel yapısı

Fenolik asitler; **hidroksisınamik asitler** ve **hidroksibenzoik asitler** olmak üzere iki grupta incelenirler.

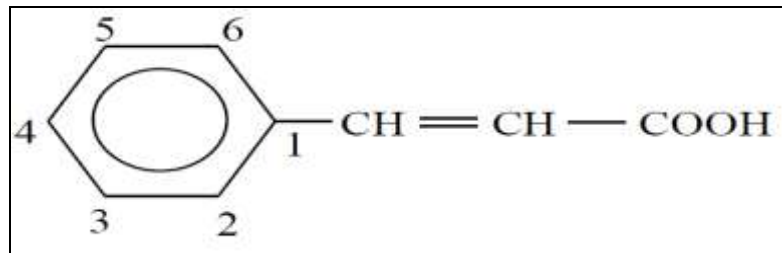
1.4.1.1. Hidroksisınamik Asitler

Hidroksisınamik asitler bitkisel gıdalarda yaygın olarak bulunurlar ve fenilpropan halkasına bağlanan hidroksil grubunun konumu ve sayısına göre farklı özellik gösterirler. Bunlar arasında ferulik asit, kafeik asit, *o*-kumarik asit ve *p*kumarik asit önem taşımaktadır.

Hidroksisınamik asitler ancak çok az miktarlarda serbest halde bulunurlar, çoğunlukla asit türevleri halindedirler. Hidroksisınamik asitin esterleri de gıdalarda çok yaygındır.

Hidroksisınamik asit glikozidleri ve amidleri de birçok bitkide bulunmaktadır.

Bitkilerde hidroksisınamik asit biyosentezi fenilalanin ile başlar ve dört aşamada dört farklı enzim katalizörlüğünde reaksiyon tamamlanır.

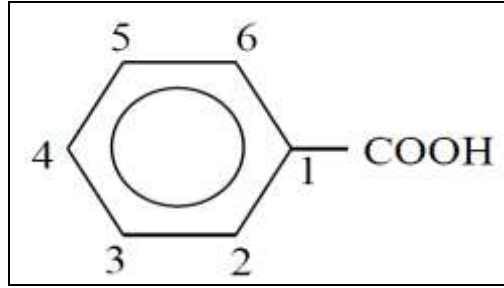


Şekil.1.2: Hidroksisınamik asitler

1.4.1.2. Hidroksibenzoik Asitler

Hidroksibenzoik asitler ise bitkisel gıdaların yapısında genellikle iz miktarlarda (10 ppm kadar) bulunur veya hiç bulunmayabilirler. Bunlar arasında salisilik asit, m-hidroksibenzoik asit, p-hidroksibenzoik asit, gallik ve vanilik asit gibi asitler sayılabilir.

Hidroksibenzoik asitler, hidroksisinamik asitlerden yağ asitlerinin βoksidasyonu ile analog olan bir reaksiyon zinciri sonucunda oluşmaktadır .

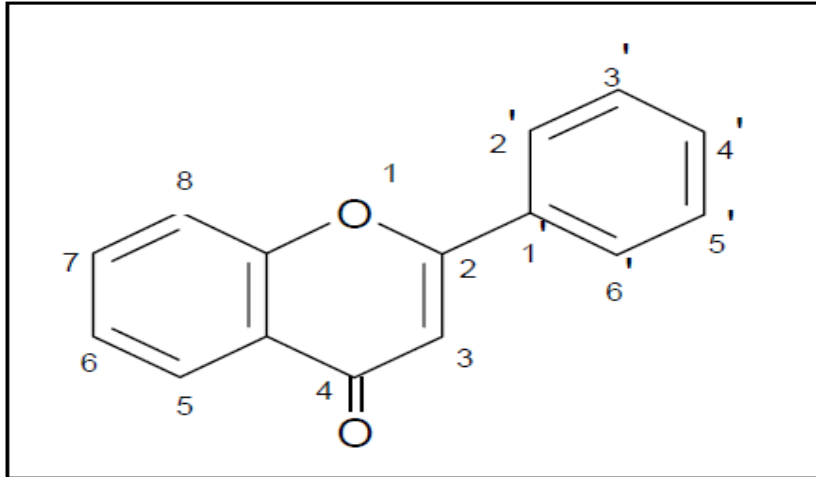


Şekil.1.3: Hidroksibenzoik asitler

1.4.2. Flavonoidler

Flavonoidler C₆-C₃-C₆ difenilpropan yapısındadır ve fenil grupları arasındaki üçlü karbon köprüsü, oksijenle halka oluşturmaktadır (flavan halkası).

Değişik flavonoidler arasındaki farklar; bağlanan hidroksil gruplarının sayısından, doymamışlık derecesinden ve üçlü karbon segmentinin oksidasyon düzeyinden kaynaklanmaktadır.



Şekil.1.4: Flavonoidlerin genel yapısı

Flavonoidler fenolik bileşikler içerisinde en önemli grubu oluşturan flavan (2- fenol-benzo-dihidro-piran) türevleridir.

Flavonoidler yapısal olarak altı gruba ayrılırlar.

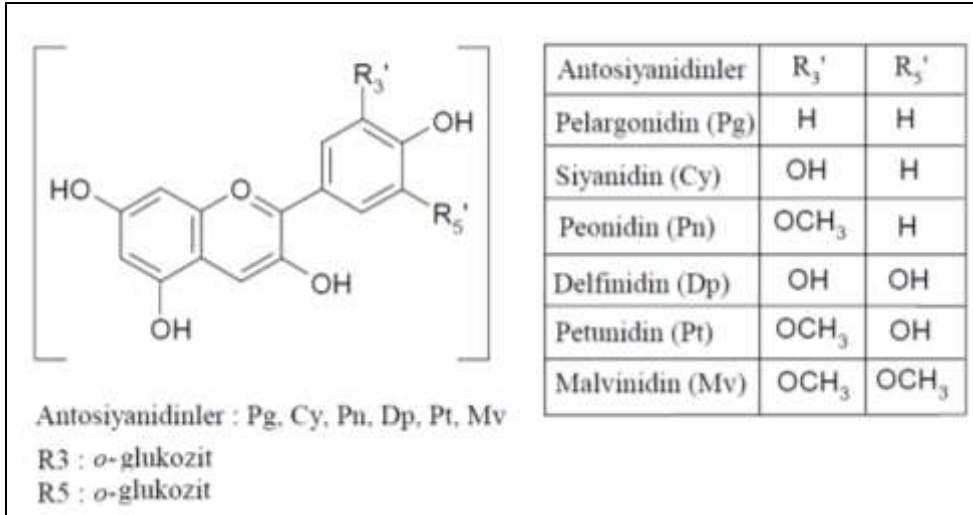
1.4.2.1. Antosiyanidinler

Antosiyanidinler, doğal olarak genellikle antosiyanin adı verilen glikozit formunda bulunmaktadır. Meyve ve sebzelerin kırmızıdan mora kadar değişen tipik renkleri bu glikozitlerden kaynaklanmaktadır.

Antosiyaninlerin aglikon kısmını oluşturan fenolik bileşiklerin yapısında -OH grubu sayısı arttıkça mavilik, OCH₃ grubu sayısı arttıkça kırmızılık artmaktadır. Başlıca antosiyanidinler; pelargonidin, siyanidin, delfinidin, peonidin ve malvidindir.

Antosiyanidinler, bitkilerde genellikle serbest formda değil şekerler ile oluşturduğu glikozit ya da antosiyanin formunda bulunurlar.

Doğada 23 adet antosiyanidin bulunmasına karşılık; moleküldeki hidroksil grubu sayısına, hidroksil gruplarının metilasyon derecesine, moleküle bağlanan şeker sayısına ve şekerin bağlanma pozisyonuna, ayrıca moleküldeki şekere bağlanan alifatik ve aromatik asitlerin yapısına ve sayısına bağlı birbirinden farklı 500' den fazla antosiyanin oluşmaktadır.



Şekil.1.5: Antosiyanidinler ve antosiyanin pigmentlerinin genel yapısı

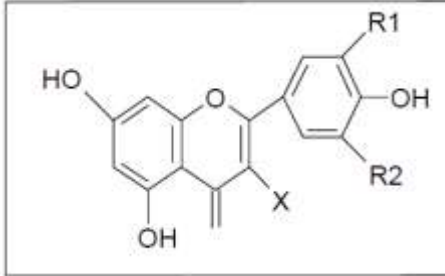
Antosiyanidinlere en yaygın bağlanan monosakkaritler glukoz, galaktoz, ramnoz ve arabinozdur. Bağlanma sonucunda genellikle 3-glikozit veya 3,5-diglikozit yapı oluşmaktadır.

Bitki dokularında bulunan antosiyaninler; bitkinin genetik mirasına, büyümesi sırasındaki çevresel faktörlere, bitkinin mağruz kaldığı stres koşullarına, kullanılabilir su miktarına ve topraktaki mineral ve organik bileşiklerin varlığı ve miktarına bağlı olarak farklı konsantrasyonlarda sentezlenmektedirler. Ayrıca yetiştirme yılı ile olgunluk derecesi ve hasat sonrası depolama süresi ve sıcaklığı da meyvedeki antosiyanin miktarı üzerine etkilidir.

1.4.2.2. Flavonlar ve Flavonoller

Flavonol grubu bileşikler gıdalarda yaygın olarak glikozid formunda bulunmaktadır. Bunların başlıcaları, **kaemferol**, **kuersetin**, **mirisetin** ve **izoramnetin**'dir.

Flavon ve flavon glikozidleri hemen her bitkide bulunan açık sarı renkli bileşiklerdir. Flavonlarda flavan halkası C4 pozisyonundan okside olmuş durumdadır ve çift bağ (C2=C3) içermektedir. C3 atomuna hidroksil grubunun bağlanması ile ise flavonoller oluşmaktadır.

	Flavonollar (X = OH)	R1	R2	Flavonlar (X = H)	R1	R2
	Kamferol	H	H	Apigenin	H	H
Kuersetin	OH	H	Luteolin	OH	H	
Mirisetin	OH	OH	Krisoeriol	OCH ₃	H	
isoramnetin	OCH ₃	H	Trisin	OCH ₃	OCH ₃	

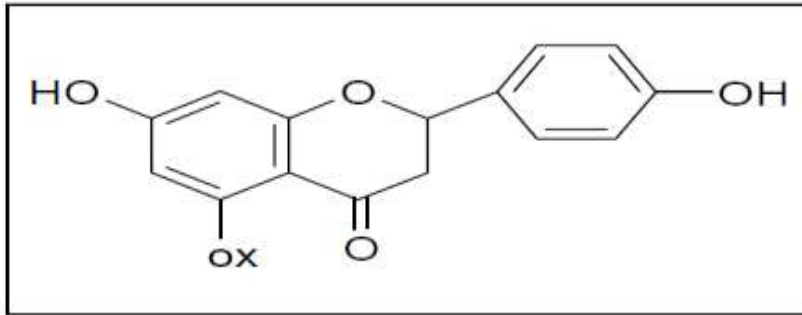
Şekil.1.6: Flavonoller ve flavonların kimyasal yapıları

1.4.2.3. Flavanonlar

Flavanonlar da doğada genellikle glikozid formda bulunurlar. Flavanon glikozidleri turuncğil meyvelerinde çok yaygın olarak bulunurlar. Örneğin; naringin, hesperidin, naringenin gibi. Naringin turuncğil sularına acımsı bir lezzet verir.

Dihidroalkon yapısındaki bileşiklerden gıda bileşeni olarak önem taşıyanları, floretin ve floridzin'dir. Özellikle elma ve armutlarda önemli miktarlarda bir dihidroalkon glikozidi olan floridzin bulunur.

Flavanonlardan elde olunan dihidroalkonların bir kısmı gıda endüstrisinde tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır.

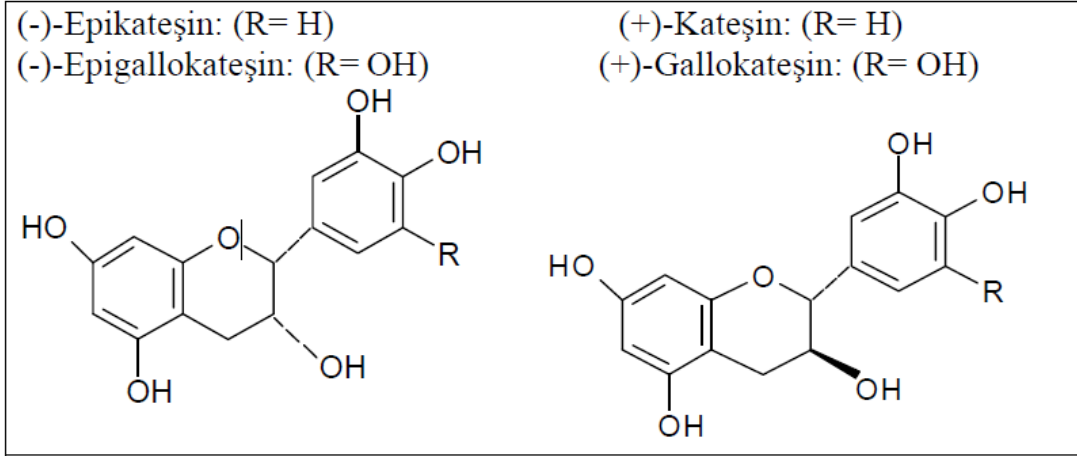


Şekil.1.7: Flavanon

1.4.2.4. Kateşinler (Flavanoller)

Kateşinler, renksiz bileşiklerdir. Hemen her meyvede bulunan kateşinler, flavonoid biyosentezinde ara ürün olarak yer alırlar. Gıdalarda en yaygın olarak bulunan flavonoid grubunu oluştururlar.

Kateşinler, C3 atomunda bir OH grubu içerdiğinden sistematik olarak flavan-3-ol olarak adlandırılırlar. Kateşinlerin yapılarında iki asimetric karbon atomu bulunduğundan dört izomerleri bulunmaktadır.



Şekil.1.8: Yaygın olarak bulunan kateşinlerin kimyasal yapıları

Kateşinler, hem kimyasal hem de enzimatik olarak havadaki oksijen ile kolaylıkla reaksiyona girerler. Reaksiyon sonunda kondanse olarak proantosiyanidinleri oluştururlar.

1.4.2.5. Proantosiyanidinler

Kateşinlerden veya löykoantosiyanidinlerden oluşan polimerik yapıları proantosiyanidinler denir. Bileşiminde sadece kateşin veya epikateşinin yer aldığı proantosiyanidinlere “prosiyanidin” denir.

Proantosiyanidinler, kateşinlerin flavanol yapısının kimyasal veya enzimatik olarak dimer, oligomer ve polimerlere kondensasyonu ile oluşan bileşiklerdir. Bu bileşiklerin buruk veya acı tadı molekül ağırlıklarına bağlıdır.

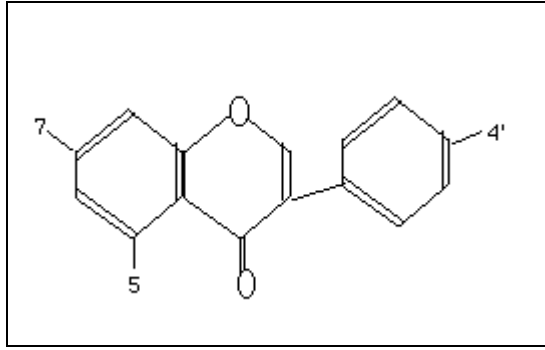
Proantosiyanidinler birçok meyvenin kendine özgü tadının oluşmasında önemli rol oynarlar. Saf bir proantosiyanidin tadı, acılık ve burukluk gibi iki duysal özelliğin birleşmesi ile şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Kısa zincir uzunluğundaki moleküller renksiz olduğu halde polimerizasyon dereceleri yükseldikçe renkleri sarıdan kahverengine dönüşmektedir.

Soya fasulyesinde soya proteini bazlı izoflavonoidlerin bileşimi soya fasulyesi cinsine, yetiştirilme koşullarına, toprağın özelliklerine ve işleme koşullarına (fermentasyon, ısıl işlem, kimyasal ve enzimatik hidroliz, filizlenme gibi) göre değişebilmektedir.

Soya fasulyesinin çimlenmesi ile izoflavonoid miktarı artmaktadır. Ancak çimlenme ilerledikçe izoflavon miktarında bir azalma da gözlenmektedir.

Uygulama faaliyeti doğrultusunda bir miktar buğdayı kırma ünitesinde öğütme işlemine tabi tutunuz.



Şekil.1.10: İzoflavonoidlerin kimyasal yapısı

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İşlem için kişisel hazırlıkları yapınız.	➤ İşleme başlamadan önce planlama yapınız. ➤ Önceliklerinizi belirleyiniz. ➤ Kişisel ve çevre emniyetini daima ön planda tutunuz.
➤ Fenolik bileşiklerin önemini ayırt etmek	➤ Fenolik bileşiklerin kullanım alanlarını araştırınız. ➤ Fenolik bileşik çeşitlerini araştırınız.
➤ Fenolik bileşiklerin özelliklerini ayırt etmek	➤ Fenolik bileşiklerin çevre üzerinde etkilerini araştırınız..
➤ Fenolik bileşiklerin tat üzerine etkilerini ayırt etmek	➤ Çevrenizde bulunan gıda işleme fabrikalarını ziyaret ederek üretilen ürünün tat konusundaki işlemlerini araştırınız.
➤ Fenolik bileşiklerin koku üzerine etkilerini ayırt etmek	➤ Çevrenizde bulunan gıda işleme fabrikalarını ziyaret ederek üretilen ürünün kokusu üzerinde yapılan çalışmaları izleyiniz.
➤ Fenolik bileşiklerin renk üzerine etkilerini ayırt etmek	➤ Çevrenizde bulunan gıda işleme fabrikalarını ziyaret ederek üretilen ürünün rengi üzerinde yapılan işlemleri takip edip bilgi alınız.
➤ Fenolik bileşiklerin sağlık üzerine etkilerini ayırt etmek	➤ Fenolik bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştırınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere soruların altındaki tabloda verilen doğru sözcüğü yerine yazınız.

1. Bir veya daha fazla sayıda hidroksil grubunun bağlanmış olduğu bir benzen halkası içeren bileşikler grubuna veya polifenoller denir.
2. Fenolik bileşikler, fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere gruba ayrılırlar.
3. Flavonoidler, bitkisel çayların, meyve ve sebzelerin doğal yapılarında bulunan antioksidanlardır.
4. Fenolik bileşiklere, beslenme fizyolojisi açısından olumlu etkileri nedeniyle "....." adı da verilmektedir.
5. Fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendilerine özgü buruk ve verirler.
6. Antosiyaninler pH değerlerinde mor-kırmızı, pH değerlerinde ise yeşil-mavi bir renk alırlar.
7. Flavon ve flavon glikozidleri hemen her bitkide bulunan renkli bileşiklerdir.
8. Flavanonlar doğada genellikle formda bulunurlar.
9. Kateşinler, bileşiklerdir.
10. Saf bir proantosiyanidin tadı, ve gibi iki duyuşsal özelliğın birleşmesi ile şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Fenolik bileşikler	Biyoflavonoid	Açık sarı	Acılık, burukluk
İki	Tadını, renklerini	Glikozid	İzoflavonoid
Polifenolik	Düşük, yüksek	Renksiz	Flavanoller

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Gıdalardaki doğal renk maddelerini ayırt edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Gıdalara yeşil rengi veren pigmenti araştırınız.
- Gıdalara sarı ve kırmızı rengi veren pigmenti araştırınız.
- Doğal renk maddelerini gıdalar üzerindeki önemini araştırınız.

2. DOĞAL RENK MADDELERİ

Meyve ve sebzelerin renkleri farklı nitelikteki renk maddelerinden meydana gelir.

2.1.Klorofiller

Tüm bitkisel dokuların yeşil renkleri klorofil olarak bilinen pigmentten kaynaklanmaktadır.

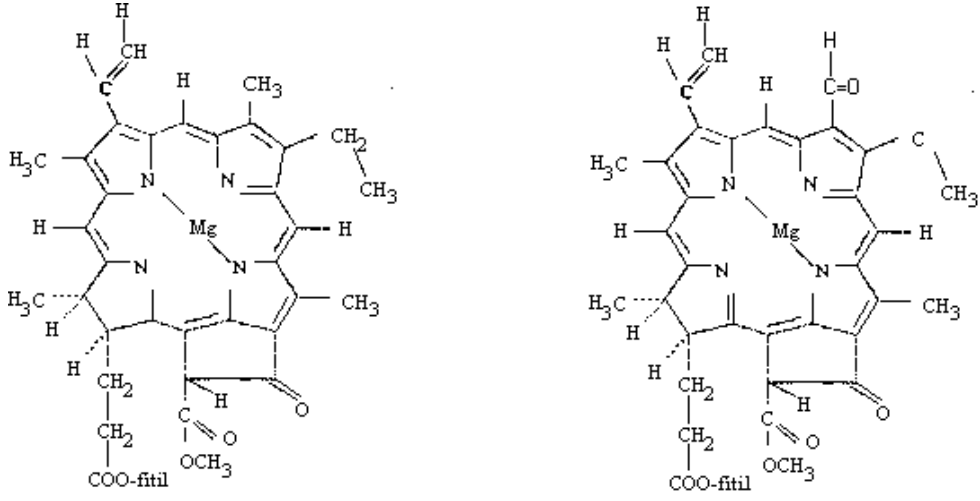
Yeşil yaprakların ve bazı ham meyvelerin yeşil rengini veren bu pigment, klorofil a (mavi-yeşil) ve klorofil b (sarı-yeşil) olarak iki gruba ayrılır ve genel olarak bitkilerde 3:1 oranında bulunurlar.

Bir sebze bulunan toplam klorofil miktarı, sebzenin çeşidine ve yetiştirme koşullarına göre önemli ölçüde değişebilmektedir. Ancak klorofil- a'nın klorofil- b' ye oranı hemen hemen sabit kalmaktadır.

Klorofil yeşil sebzelerin, meyvelerin ve yaprakların karakteristik özelliğini oluşturmaktadır. Klorofil, bütün yeşil bitkilerde fotosentez sonucu oluşan pigmentlerdir. Bunlar, bitki hücrelerinin fotosentezini gerçekleştiren organel olan kloroplastların membranında meydana gelirler.

Algler ve fotosentetik bakteriler de klorofilin değişik yapılarını içerirler. Yapraklar yaşlandıkça klorofil parçalanır ve yeşil rengi kaybolur.

Birçok meyve ham haldeyken fazla miktarda klorofil içerir. Bu yüzden renkleri yeşildir ancak olgunlaşma ilerledikçe klorofil yavaş yavaş kaybolur; sarı ve kırmızı karotenoidler veya pembe mavi renkteki antosiyaninlere dönüşür.



Şekil 2.1: Klorofil a ve Klorofil b

Yukarıdaki şekle göre klorofil- a'nı kapalı formülü 'C₅₅H₇₂O₅N₄Mg' buna karşın klorofil – b'nin kapalı formülü 'C₅₅H₇₀O₆N₄Mg' şeklindedir.

Genellikle bir yapraktaki veya bir meyvedeki derin yeşilliğin yüksek klorofil içeriğinden kaynaklandığı söylenebilir. Yeşil yapraklı ıspanak, maydanoz veya yeşil lahana taze kg başına yaklaşık 2000 mg klorofil içermekteyken, fasulye, bezelye ve salatalık yaklaşık 100 mg/kg klorofil içermektedir.

Klorofil a ve b yapılarında yer alan magnezyumun parçalanması sonucunda feofitin a ve b ye dönüşür ve bunun sonucunda renk zeytin yeşiline döner. Klorofil molekülündeki Mg⁺² nin yerine diğer metal iyonlarının geçmesi (Sn⁺² ve Fe⁺³) aynı şekilde rengin yeşilden gri-kahverengi renge dönüşmesine neden olur.

Klorofilin klorofilaz enzimi ile parçalanması sonucunda ise klorofillidler (klorofillid a ve klorofillid b) ve feofitinlerin enzimatik parçalanması halinde ise feoforbit-a ile feoforbit-b oluşmaktadır.

Klorofilin farklı şekillerde parçalanmasıyla oluşan türevleri aşağıda sınıflandırılmaktadır:

- Fitol: 20 karbonlu bir alkoldür.
- Feofitin (a ve b): magnezyum içermeyen klorofil a ve b olarak tanımlanır.
- Klorofillid (a ve b): fitol içermeyen klorofil a ve b olarak tanımlanır. Klorofilden enzimatik yolla fitol grubu ayrılması ile klorofillidler oluşur.
- Feoforbit (a ve b): magnezyum içermeyen klorofillid a ve b' dir. Özellikle, yeşil renkli sebzelerin fermantasyonu sırasında klorofilaz enziminin etkisi ile oluşur. Klorofillid molekülündeki Mg' un ayrılıp yerine hidrojen geçince kirli kahverengi renkli feoforbitler oluşur.

Haşlarken, konserve yapılırken, pişirirken ve depolarken klorofil a ve b, kahverengi-yeşil renge sahip olan feofitin a ve b ye dönüşür.

Eğer konserve gıda haşlanmamışsa, doğal enzimler (örneğin klorofilaz) fitola parçalanabilir ve klorofillid miktarı azalmış olur. Klorofil bitkilerde lipoproteinlere bağlı bulunduğundan asit etkisinde korunabilmektedir ancak herhangi bir ısıtma işleminde lipoproteinler koagüle olunca lipoproteinin koruma etkisi kaybolmaktadır.

Bitki hücre vakuelleri içeriğinin asitliği, konserve bezelyede ısıtma esnasında feofitin teşekkülünü önlemek için zorluk meydana getirmektedir. Az miktarda sodyum bikarbonat (Na_2HCO_3) ilave ederek pişirme suyunu hafif alkali duruma getirmekle bu durum önlenebilir.

Haşlanmamış veya yetersiz haşlanmış yeşil sebzelerin dondurularak muhafazasında depolama boyunca klorofil, feofitinler, klorofillidlere feoforbittlere dönüşmekte ve renk bozulması olmaktadır.

Isıl işlem sonucu oluşan renk bozulmalarını önlemek için haşlama veya pişirme suyuna az miktarda sodyum bikarbonat eklenerek ortam alkali hale getirilir.



Resim.2.1: Yeşil pigment içeren brokoli

Bazı meyve ve sebzelerin içerdikleri ortalama klorofil a ve klorofil b miktarları (mg / kg)

Gıda	Klorofil a	Klorofil b
➤ Yeşil fasulye	➤ 118	➤ 35
➤ Yeşil lahana	➤ 1898	➤ 406
➤ Beyaz lahana	➤ 8	➤ 2
➤ Salatalık	➤ 64	➤ 24
➤ Maydanoz	➤ 890	➤ 288
➤ Yeşil biber	➤ 98	➤ 33
➤ Bezelye	➤ 106	➤ 22
➤ Ispanak	➤ 946	➤ 202
➤ Elma	➤ 98	➤ 38
➤ Üzüm	➤ 11	➤ 4
➤ Kivi	➤ 17	➤ 8
➤ Armut	➤ 31	➤ 13
➤ Çilek	➤ 5	➤ 1
➤ Mandalin	➤ 249	➤ 80

Klorofiller bakır bileşikleri ve klorofilinler, AB ülkelerinde renk katkısı olarak kabul edilmiştir ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni ise suda çok iyi çözünmesi diğer renklendiricilerle kullanılmasına olanak vermesidir.

Klorofil, pH 7' nin altında ve 120°C de stabildirler. Klorofili korumada denenmiş bir diğer yöntem, dokuda doğal olarak bulunan klorofilaz enziminin optimum çalışmasını sağlamak için yeşil sebzenin, bu enzimin optimum sıcaklığı olan 68°C – 69°C civarındaki su içinde 30 dakika tutulmasıdır.

Klorofil ticari olarak kurutulmuş, öğütülmüş doğal materyalin çözücü ekstraksiyonuyla elde edilir.

2.2. Antosiyaninler

Antosiyaninler, meyve, sebze ve çiçeklerin kendine özgü, pembe, kırmızı, viole, mavi ve mor tonlarındaki çeşitli renklerini veren, suda çözünebilir özellikteki renk maddeleridir.



Resim 2.2: Sarı renk içeren papatya

Kimyasal açıdan bakıldığında antosiyaninler, “ antosiyanidin” lerin glikozitleridir.

Doğada antosiyanidinler serbest halde bulunmazlar ve daima bir veya birkaç şeker molekülü ile esterleşmiş halde yani, antosiyaninler halinde bulunurlar.

Latince de çiçek ve mavi anlamına gelen antosiyanin ve ilk olarak Marquant tarafından 1835 'te tanımlanmıştır.

Suda çözünebilme özelliğine sahiptir. Böğürtlen, ahududu, nar, kırmızilahana, siyah ve kırmızı kuş üzümü, ağaç çileği, Fransız fasulyesi, erik gibi birçok meyve ve sebzenin pembe'den mor'a kadar değişen renklerini veren maddeler, antosiyanin grubu pigmentlerdir.

Antosiyanin pigmentleri, hücre sitoplazmasında glikozit formda bulunmaktadır. Bunlara flavonoidler denir.

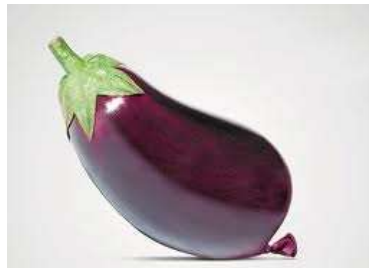
Çeşitli bitkisel materyalin yaprak, çiçek veya meyvelerinde bulunurlar. Vişne gibi meyvelerde hem meyve etinde hem de meyve kabuğunda bulunduğu halde, siyah üzüm ve bazı erik çeşitlerinde yalnızca meyve kabuğunda bulunurlar. Siyah üzümlerin meyve suyuna işlenmesinde mayşenin ısıtılması yoluyla kabuktaki renk maddeleri erir hale getirilerek, üzüm suyuna geçirilebilmektedir. Aksi halde siyah üzümlerden sadece pembe renkli bir üzüm suyu elde edilebilir. Şarap işlemede fermantasyon oluşan alkolle, kabuktaki antosiyaninler eriyerek şaraba geçmektedirler.

Antosiyaninler, suda çözünen glikozit yapısında bileşiklerdir. Bileşimlerinde bazı şekerler ve şeker olmayan maddelerde bulunmaktadır.

- Esas rengi veren başlıca antosiyanidinler:
- Siyanidin (şeftali, kiraz, incir, erik, ahududu, frenküzümü, kırmızı lahana)
- Malvidin (bazı üzümlerde)
- Pelargonidin (çilek, kırmızı turp, dut)
- Peonidin (bataklık kızılıcığı)
- Petunidin (Amerikan üzümleri)

Antosiyanin içeren meyve sebze ürünlerinin rengi, çeşitli etkenlerle antosiyaninlerin parçalanması sonucu değişmektedir.

Bu konuda sıcaklık, askorbik asit, şekerler ve şekerlerin parçalanma ürünleri, enzimler, oksijen, ışık gibi birçok faktör rol oynamaktadır.



Resim 2.3: Mor renk içeren patlıcan

2.2.1. Glikozitlerin Etkisi

Antosiyanidinlere glukoz, galaktoz, rannoz, ksiloz ve arabinoz gibi şekerlerden biri veya ikisi bağlanmaktadır.

Şekerler genellikle üçüncü karbon atomundaki hidroksil grubuyla bağlanmaktadır. Doğada bulunan 16 farklı antosiyanidine yukarıda belirtilen şekerlerin bağlanması ile oluşan çok farklı renklerde antosiyanin bulunabilmektedir. 140 adet antosiyanin bulunduğu bilinmektedir. Birçok meyve, sebze, bitki ve çiçeklerin çok çeşitli renklerde olmasının nedeni de budur.

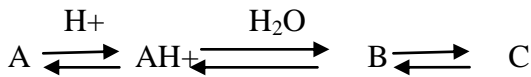
Antosiyaninler, glikozit formundaki benzopirilum veya flavilyum tuzlarıdır ve kimyasal yapıları çok iyi bilindiği halde, degradasyonları henüz tam anlamıyla aydınlatılmamıştır. Antosiyaninlerde hidroksilasyon arttıkça renk mavime döner. Moleküldeki -OH sayısına göre mavimsi rengin sırasıyla pelargonidin, siyanidin ve delfidin antosiyanidinlerinde artışı söz konusudur. Buna karşılık glikosillenme ve metillenme ise rengin kırmızıya dönmesine neden olmaktadır. Buna örnek olarak kırmızı rengin siyanidinden peonidine doğru artmasını verebiliriz. Antosiyaninlerde, üçüncü bir komponent de moleküle bağlanabilir. Buna açillenme denir. Diğer taraftan bir veya daha fazla sayıda p-kumarik, ferulik, kafeik ve vanilik asit veya asetik asit şeker molekülü ile esterleşmiş halde bulunur.

2.2.2.pH Etkisi

Çoğu antosiyaninlerin rengi ortamın pH değerine bağlı olarak bir indikatör gibi değişim gösterir. Düşük pH değerlerinde mor-kırmızı, daha yüksek pH değerlerinde ise yeşil-mavi bir renk alırlar.

Antosiyanin pigmentlerinin flavilyum çekirdeğinde bir elektron eksik olduğundan çok reaktiftir. Reaksiyonlar genellikle pigment renginin açılması şeklindedir. Antosiyaninlerin renkleri ortamın pH değerine bağlıdır pH yükseldikçe renk zayıflar.

Bir çözeltideki antosiyanin, dört formda ve denge halinde bulunmaktadır. Denge halindeyken hangi formun hakim olduğu, ortamın pH değerine bağlıdır. Yani pH değıştikçe bu dört farklı yapı birbirine dönüşebilmektedir.



Ortamın pH derecesi ikinin altına düşünce antosiyanin flavilium katyonu (AH⁺) ortama hakim olur ve bunun rengi kırmızıdır. Eğer pH 5'in üzerine yükselirse "kuinidal anhidrobaz" (A) formu oluşmaya başlar. Bu form mavi renkte olduğundan pH yükseldikçe ortam rengi mavime dönüşür.

Antosiyanince zengin bazı meyvelerin işlenmesinde pH derecesinin değışmesine bağlı olarak renk niteliğinde izlenen değışmelerin nedeni budur.

Örneğin gül reçeli üretiminde eğer pH düşük tutulursa daha yoğun bir renk elde edilmekte, pH yüksek tutulursa ürün renksizleşmektedir.



Resim.2.4. Gül reçeli

2.2.3.SO₂ (Kükürt dioksit)Etkisi

Antosiyaninlerin SO₂ ile renkleri değişmektedir. Antosiyaninlerin SO₂ ile bileşik yaparak renkleri açılır. Ancak bu reaksiyon geri dönüşümlü olduğu için, ortamdaki SO₂ ısıtma gibi bir yöntemle bağlandığı bileşikten ayrıldığında antosiyanin tekrar eski rengini almaktadır.

Ortam pH' ının 1'e düşürülmesi sonucunda da antosiyaninler tekrar renkli hale dönüşmektedirler. Bu nedenle gıda endüstrisinde koyu renkli üzüm vb gibi ürünlerin SO₂ ile muhafazasında ortama askorbik asit veya rutin ilave edilmelidir.

2.2.4. Işık ve Sıcaklığın Etkisi

Antosiyaninler, ışığa ve 120°C ye kadar sıcaklığa dayanıklıdır. Çok çeşitli gıda ürünlerinde (yoğurt, çorba, dondurma vb.) kullanılabilen antosiyaninler, bitkisel materyalden alkol ekstraksiyonu ile daha sonrada çözücünün (alkol) uzaklaştırılması ile elde edilmektedir.

Bazı sebze ve meyveler sıcaklığa karşı hassastır. Bazılarında renk değişimi olmasına rağmen, değişmeyen çeşitleri de vardır. Örneğin bezelye pişirme ile renk değişimine uğramaz. Ama genelde renk maddeleri çözünerek suya geçer ve renk yeşil olur.

Elde edilen ürün, başka maddeler ile saflaştırılarak kullanılır. Antosiyanin 510 - 530 nm. dalga aralığında maksimum absorbansa sahiptir ve asidik çözeltilerde kırmızı renk vermektedirler.

Antosiyaninlerin ticari kaynağı üzüm kabuğu ve suyudur. Kırmızı yaban mersini, ahududu suyundan elde edilen konsantrelerde boya olarak kullanılmaktadır.

2.2.5. Askorbik Asit Etkisi

Askorbik asit bulunan ortamlarda antosiyaninler daha hızlı parçalanırlar. Bunun doğrudan askorbik asitten kaynaklanmadığı, antosiyaninlerin kaybına daha çok, askorbik asidin parçalanma ürünlerinin örneğin parçalanma sonucu oluşan hidrojen peroksitin (H_2O_2) neden olduğu ileri sürülmektedir.

2.2.6. Meyve ve Sebzelerin Cins ve Olgunlukları

Meyve ve sebzeler, çeşidine ve kullanılış amacına göre satın alınıp kullanılmalıdır. Mümkün olduğunca mevsiminde alınmalı ve işlenerek tüketime gidilmelidir.

Hasattan sonra meyvelerde solunum yavaşlar küf ve mayalar meyvenin bozulmasına yol açar. Ham meyvelerde sıcak ve kuru ortamda su kaybı, şeker ve nişasta miktarı artar. Meyve toplandıktan sonra şeker miktarında azalma olur.

Muz dalında hamken renk yeşil ama daha sonra olgunlaşmaya başladıkça klorofil miktarının azalmasıyla laykopen miktarı artar. Beyaz olan soğan çimlenince renk yeşile dönüşür. Yeşil biber olgunlaştıkça kırmızıya dönüşür.



Resim.2.5: Yeşilden kırmızıya dönen biber

2.2.7. Klorofilaz Enzimi Etkisi

Yeşil sebzeler klorofilaz enzimi içerir. Bu enzim klorofili parçalayarak meyve ve sebzelerin yeşil renginin kaybolmasına neden olur. Klorofilaz enzimleri haşlama ile inaktive olur. Bu nedenle nihai üründe rengin korunması isteniyorsa mutlaka klorofilaz enziminin inaktive edilmesi gerekir. Özellikle meyve ve sebzelerin dondurulmasında yeşil rengin korunması arzu edilir. Bu nedenle klorofilaz enziminin haşlama ile inaktive edilmesi gerekir.

2.2.8. Ambalaj Maddelerinin Etkisi

Gıda endüstrisi açısından antosiyaninlerin iştirak ettikleri reaksiyonlardan en önemlisi teneke konserve kaplarında yol açtıkları korozyondur. Antosiyanin içeren vişne ve erik gibi koyu renkli ürün konservelerinde ambalaj olarak kalaylı teneke kutular kullanıldığında, zamanla ürün renginde açılma meydana gelmektedir. Bunun nedeni, bazı antosiyaninlerin kalay gibi metallerle kompleks oluşturmasıdır. Bu bakımdan vişne gibi ürünlerin ambalajında mutlaka laklı tenekeler kullanılmalıdır.

2.3.Karotenoidler

Karotenoidler klorofilden sonra doğada en yaygın olarak bulunan renk pigmentleridir.

Karotenoidler, genel olarak yağda çözünen, bitkisel ve hayvansal ürünlere sarıdan kırmızıya kadar renk veren bileşiklerdir. Karotenoidlerin doğada yaklaşık 100.000.000 kadar farklı tonu bulunmaktadır.

Karotenoidler yalnızca bitkilerden sentezlenen bileşiklerdir. Hayvansal dokulara ancak yem olarak tüketildiği takdirde karışır.

Karotenoidlerin bitkilerdeki görevi ışığı absorbe etmek ve bitkiyi ışığa duyarlılıktan korumaktır.

Karotenoidler, hücre içinde kloroplastlardan meydana gelen kromoplastlarda bulunur.

Havuç, domates, kırmızı biber gibi sebzelerle, kayısı, şeftali, portakal gibi meyvelerin veya yumurta sarısının kendine özgü değişik renkleri, karotenoidlerden kaynaklanmaktadır.



Resim.2.6: Karotenoidin şeftalideki etkisi

Meyvelerin yapılarında, meyve daha ham iken bulunmalarına karşın renkleri klorofil tarafından maskelenir. Meyve olgunlaştıkça klorofil kaybolur ve karotenoidler ortaya çıkar.

Karotenoidler, yüksek bitkiler, spor içeren vasküler bitkiler, algler ve fotosentetik bakteriler tarafından sentezlenir. Bunlara ek olarak karotenoidler hayvan dokusundan da (somon, karides, yumurta sarısından) izole edilmiştir. Bu karotenoidler bitkiler ve bakteriler tarafından sentezlenmiştir.

Karotenoidler, polien hidrokarbon olup 8 adet izomer ünitesinden oluşurlar ve C40-atomu içeren bir iskelet yapıları vardır.

Doğada yaygın olarak bulunan karotenoidler, fruktoksantin (alglerde), lutein, violaksantin ve neoksantindir. Beslenme fizyolojisi açısından en önemlisi olan b-karoten doğada yaygın halde bulunur. b-karoten ilk olarak Waekenroder tarafından havuçtan izole edilmiştir.

Karotenoidlerin, bitkisel dokularda serbest halde (kristal veya amorf) veya yağlı ortamda çözülmüş halde bulunurlar. Aynı zamanda yağ asitleriyle ester halinde veya şekerlerle ve proteinlerle birleşmiş halde bulunabilirler. Örneğin biberlerin yapısında bulunan bir karotenoid olan kapsantin, laurik asit esteridir. Karotenoidlerin esterleri birçok meyve, çiçek ve bakterilerde de bulunmaktadır.

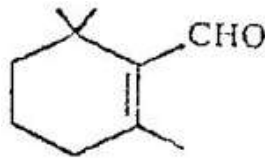
Karotenoidlerin proteinlerle oluşturdukları bileşiklerde karotenoidlerin renkleri değişir. Örneğin kırmızı renkli olan astaksantin proteinlerle kompleks oluşturduklarında rengi maviye döner. Karotenoidlerin proteinlerle oluşturdukları kompleksler, bazı yeşil renkli yapraklarla meyve ve sebzelerde yer almaktadır.

Karotenoidler, şekerlerle glikozidik bağlarla bağlanmış halde bulunurlar. Örneğin safranın bileşimindeki krosentin böyle bir pigmenttir. Benzeri bileşiklere bakterilerde de rastlanmaktadır.

Karotenoidler, apolar çözücülerde ve sıvı yağlarda iyi çözündükleri halde, suda çözünmezler, bu nedenle lipokromlar olarak bilinirler. Bu bileşikler ışık ve oksijene karşı çok duyarlıdır. Buna karşılık yüksek sıcaklıklarda stabildirler. Ortamda ışık ve oksijen bulunmaması halinde gıdaların pişirilmelerinde ve haşlanmalarında bozulmazlar.

Beslenme fizyoloji açısından en önemlisi olan b-karoten, birçok meyve ve sebzenin yapısında bulunur. b-karoten organizmada A vitaminine (retinol) dönüştüğü için provitamin olarak da bilinmektedir.

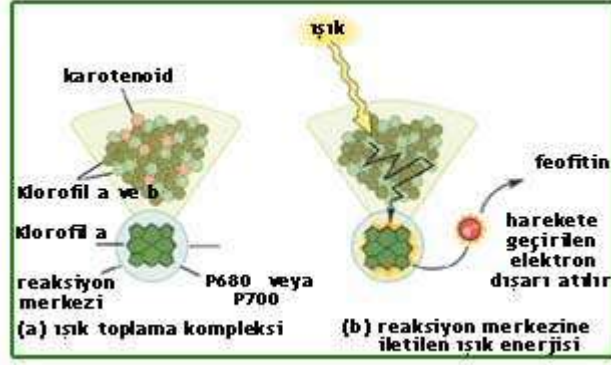
Karotenoidlerin oksidatif parçalanmaları sonucunda bazı aroma maddeleri oluşmaktadır. b-karotenin parçalanması ile domateste olduğu b-siklositral ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.4: Beta-siklositral

Ticari kullanıma uygun olan karotenoidler, kırmızıbiber esansı ve havuç esansıdır. Karotenoid esansları doğala çok yakın karotenoidlerin çıkmasıyla ekonomik önemini kaybetmişlerdir.

Karotenoidler klorofil, antosiyaninler, filavonoitler ve yapısında heme grubu içeren pigmentler (myoglobin, hemoglobin) gıdaların yapısında en yaygın olarak bulunan doğal renk maddeleridir. Diğer renk maddeleri ile kıyaslandığında karotenoidler çok daha fazla çeşit gıdanın yapısında bulunurlar.



Şekil.2.5:Kloroplastlardaki ışık toplama kompleksinin modeli.

(a) Her bir ışık toplama kompleksi çok sayıda klorofil a, klorofil b ve karotenoid moleküllerini içermektedir. (b) Molekül kompleksi tarafından emilen ışık enerjisi reaksiyon merkezine geçirilir. Burada klorofil a tarafından emilir.

Bazı gıdalardaki doğal renk maddeleri

Gıda	Heme	Karotenoidler	Klorofil	Betalinler	Antosiyaninler	Flavonoidler
➤ Kırmızı Et	+					
➤ Balık	+	+				
➤ Yumurta		+				
➤ Süt Ürünleri		+				
➤ Yeşil Sebzeler		+	+		+	+
➤ Kök Sebzeleri		+	+	+	+	+
➤ Meyveler		+	+		+	+
➤ Hububat		+				

Bitkiler, insanlar için oldukça önemli karotenoid kaynaklar olduğunu, karotenoidlerin parlak renkleri klorofil tarafından maskelendiği bilinmektedir.

Çoğu meyvedeki (ananas, turunçgil meyveleri, domates, kırmızı biber, kuşburnu) ve çiçeklerdeki (Eschscholtzia, nergis), kuşlardaki (flamingo, kayalık horozu, ibis, kanarya), böceklerdeki (uğur böceği) ve deniz hayvanlarındaki (kabuklular, somon balığı) renklerden karotenoidler sorumludur.

Karotenoidler, normalde düşük konsantrasyonlarda olmasına rağmen bir kaynaktan diğerine aşırı derecede değişim göstermektedir.



Resim.2.7: karotenoidin turunçgillerdeki renk etkisi

Karotenoid, pigmentleri bitkilerde beş grupta incelenebilir.

2.3.1. Karotenler

Karoten, $C_{40}H_{56}$ formüllü birbiriyle ilişkili birkaç bileşik için kullanılan bir terimdir. Karoten, **fotosentez** için önemli bir **fotosentetik pigmenttir**. Soğurduğu ışığı **klorofile** aktararak fotosenteze katkıda bulunur. Havuç ve çoğu başka sebze ve meyvelerin **turuncu** renginden sorumludur.

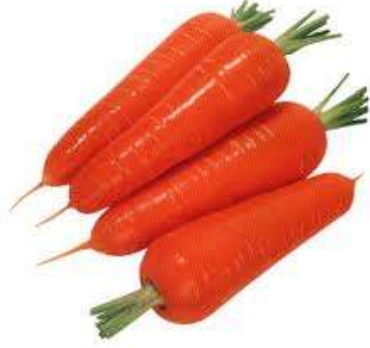
Karotenler bir sınıf hidrokarbon içerirler, bunların hidroksi, epoksi, okso gibi oksijen fonksiyon grupları içeren türevlerine ise ksantofiller adı verilmektedir.

Karotene zengin bitkilerden elde edilen bileşikler grubudur. Havuçta, turunçgillerde ve sebzelerde bulunur; İnsan vücudunda karaciğerde A vitaminine dönüşür. Tereyağı, margarin, kek, sütlü içecekler ve meyve sularında kullanılır. Doğal karotenler özellikle b-karoten içeren sarı - turuncu renge sahip bileşikler olup, ışığa maruz kaldıklarında renklerini kaybederler.

α -karoten: α -karoten çoğunlukla yeşil bitkiler olmak üzere havuçta bulunmaktadır.

β -karoten: β -karoten havuç ve çoğunlukla diğer bitkilerde bulunmaktadır.

ϵ -karoten: ϵ -karoten çoğunlukla yeşil bitkilerde bulunmaktadır.



Resim.2.8: Karoten içeren havuç

2.3.2.Likopen

Doğada çok yaygın olan diğer karotenoid madde de likopendir.

Likopen, özellikle domates ve domatesten elde edilen çeşitli ürünlerde, karpuzda ve diğer bazı meyve ve sebzelerde onlara kırmızı rengini veren veya mevcut kırmızı rengine katkıda bulunan önemli bir bileşiktir.

Ancak likopen öncelikle domates ve domatesten elde edilen, domates suyu, püresi ve salçası gibi ürünlerde bulunur.

Likopen domatesteki (*Lycopersicon esculentum*) ana karotenoiddir. Karotenoidin bileşimi ve içeriği özellikle domatesin türüne ve meyvenin olgunluğuna çok bağlıdır.

Likopen domatese renk vermenin yanında ayrıca birçok özelliğe sahiptir. Güçlü bir antioksidandır, dejeneratif hastalıklarla mücadelede kullanılır, kalp hastalığı gibi. Yapılan araştırmalara göre likopen konsantrasyonu arttıkça koruyucu etkisinin de arttığı gözlenmiştir, bu yüzden likopen konsantrasyonu yüksek, domates püresi, ketçap gibi gıdaları tüketmek bu hastalıklara karşı daha iyi korunmayı sağlar. Ancak insan vücudu bu molekülü üretemez, bu yüzden domates gibi likopen içeren besinlerden sağlanır.



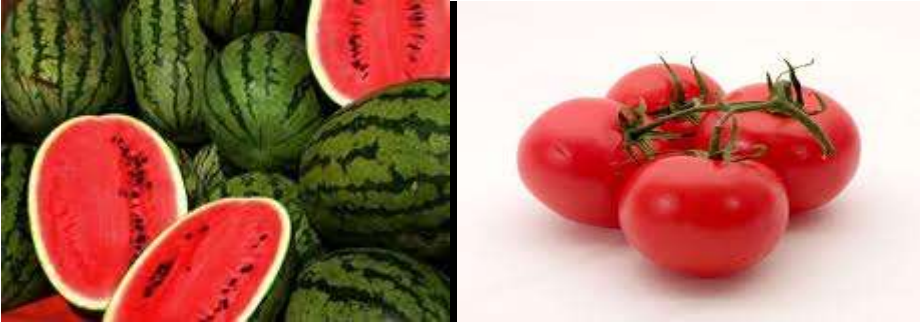
Resim.2.9: Likopen içeren domates salçası

Bazı gıdalardaki likopen miktarları

Ürün	Likopen (mg /100 g)	Servis miktarı	Likopen (mg /servis)
Domates suyu	9.5	250 mL	25.0
Ketçap	15.9	15 mL	2.7
Spagetti sosu	21.9	125 mL	28.1
Domates salçası	42.2	30 mL	13.8
Domates çorbası (yoğunlaştırılmış)	7.2	250 mL	9.7
Domates sosu	14.1	60 mL	8.9
Kırmızı biber sosu	19.5	30 mL	6.7
Deniz mahsulleri sosu	17.0	30 mL	5.9
Karpuz	4.0	368 g (1 dilim 25 x 2 cm)	14.7
Greyfurt	4.0	123 g (1/2)	4.9
Çiğ domates	3.0	123 g (1 orta)	3.7

Likopenin LDL (düşük yoğunluktaki lipoprotein) oksitlemesini azalttığı ve kandaki kolesterol seviyesini azalttığını savunan açıklamalarda bulunmaktadır.

Likopen yağda çözünebilir (A, D, E vitaminleriyle beta karoten gibi) bu yüzden yağla birlikte tüketilmesi emilimini artırır. Her ne kadar likopen ilave olarak alınabilir formlarda bulunsa da, likopenin meyve bünyesinde alınması onu daha etkili kılar.



Resim.2.10: Karpuz ve domatese kırmızı rengi veren likopen

2.3.3.Ksantofiller

Ksantofiller çeşitli gıdaların yanında bitki yapraklarına sarı rengi veririler. Bu oksijene olmuş karotenoidler bitki hücresinin plastidlerinde sentezlenirler.

Yapılarında OH grubu bulunur. Sarı mısır, kırmızıbiber ve sebzelere sarı kırmızı rengi veren pigmentlerdir.

Özellikleri:

- Suda çözünmezler, yağda çözünürler.
- Doğrudan kolaylıkla okside olmazlar. Isı, ışık, metalik iyonlar oksidasyonu hızlandırır. Oksidasyon sonucu renkleri değişmez ama A vitamini aktivitesi azalır.
- Normal pişirme sıcaklığına ve alkali ortama dayanıklıdır.
- Asit ortamda molekül yapısında değişme olduğundan $\frac{3}{4}$ oranında A vitamini aktiviteleri azalır.

2.3.4. Antoksantin

Beyaz ve krem gibi renkleri veren pigmentlerdir. Soğan, karnabahar, şalgam, patates ve beyaz lahanada bulunur. Orta dereceli alkali ortamda krem rengi sarıya döner. Bazen beyaz sebzelerde tanende araya karışır ve sarı kahverengi leke olabilir. Asit bileşikleri koyarak sebzenin rengi biraz daha beyaz tutulabilir, ama hücreler sertleşir.



Resim.2.11: Soğana renk veren pigment antoksantindir.

2.3.5. Tanenler

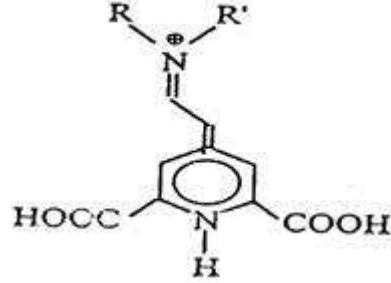
Kimyasal olarak flavon pigmentinin bir türevidir. Renk ve koku ile ilgilidir. Tanenler soğuk su içinde kolloidal özellik gösterir. Madeni iyonlarla birleşerek koyu bir renk alır. Asitle beraber ısıtıldığı zaman kırmızı renkte katılaşır. Tanen grubundan katekin ve lökosiyanidin elma, şeftali, badem, üzüm, bazı armutlar gibi birçok sebze ve meyvede bulunur. Ham meyvelerde tanen daha fazladır. Meyve olgunlaştıkça tanen miktarı azalır. Çay, kahve ve kakao da fazla miktarda tanen içerir. Çayın kalitesi tanen miktarı ile ölçülür.



Resim.2.12: Çay yaprağı

2.4. Betalainler

Betalainler, doğada Centrospermeae familyasında yer alan, kırmızı pancar gibi bitkilerde, bazı mantarlarda, bugonvil gibi çiçeklerde bulunan bir grup renk maddeleridir. Bu grup içinde, kırmızı viyola (lmax.; 480 nm) renkli betaksantin yer almaktadır. Betasiyanin ve betaksantin yapıları ortak olup, aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil.2.6: Betalainlerin genel yapısı

Bugün yaklaşık 50–70 kadar betalain bilinmektedir. Bunların büyük kısmı açillenmiş şeker radikalleri içerirler. Bütün betasiyaninlerin yapısında yer alan aglikon olan (şeker olmayan) kısım betanidin ve izobetanidindir. Ancak C15 atomundaki konfigürasyonları farklıdır.

Aglikonun betanidin olduğu molekülde şeker olarak glukoz yer alırsa, kırmızı renkli bu bileşiğe betanin adı verilir ve bu renk maddesi kırmızı pancarın yapısında bulunur.

Betanin, suda çözünür ve gıda maddesi olarak kullanılmaktadır. Ancak hidrolizasyon sonucunda betanin renksiz ve sarı renkli bileşiklere parçalandığından kullanım alanı sınırlıdır. Bu reaksiyon geri dönüşlü olup yüksek sıcaklıklarda betanin rejenere olur. Diğer taraftan betanin oksijene karşı da duyarlıdır. Saf haldeki betalainler pH 4-6 arasında oldukça stabildir. En iyi renk yoğunluğuna pH 5'e elde edilmektedir.

Betalainler, antosiyaninlere benzediklerinden eski kaynaklarda "azot içeren antosiyanin" olarak da tanımlanmaktaydı. Ancak bu tanımlama doğru olmadığından bugün artık kullanılmamaktadır. Betalainlerin ve antosiyaninlerin kimyasal yapıları ve spektrumları birbirinden farklıdır.

Betalainler, gıdalara uygulanan ısı işlemler sırasında degrade olurlarsa da çoğu zaman ortamda yeterli miktarda pigment bulunduğundan ürünlerin renginde önemli bir değişim görülmez.



Resim.2.13:Kırmızı pancar

2.5. Myoglobin ve Hemoglobin

Ete renk veren bileşikler içerisinde en önemlileri myoglobin ve hemoglobindir. Miktar olarak da en fazla bulunan pigmentlerdir.

Et renginin beyaz veya kırmızı olmasına göre değişmekle birlikte, kas dokusunun kuru maddesinde yaklaşık % 1 oranında myoglobin bulunmaktadır.

Myoglobin ve hemoglobin esas olarak aynı reaksiyonları yaparlarsa dahi farklı bir yapıya sahip renk pigmentleridir. Bu iki pigment globin olarak bilinen bir protein ile protein olmayan ve demir ihtiva eden bir bileşiğin birleşmesiyle oluşan protein kompleksidir.

Molekülün demir ihtiva eden kısmı "heme" olarak adlandırılmaktadır ve iki kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar demir atomu ve protoporfirin olarak isimlendirilen planar halkasıdır.

Heme gruplarının demir çekirdeğinden globin ile birleşmesi sonucu myoglobin veya hemoglobinden biri oluşur.

Myoglobine, hemoglobinde olduğu gibi Fe^{+2} - protoporfirin (hem) gibi bazı renk komponentleri bağlanabilir. Kompleks bir kas proteini olan myoglobin kandaki hemoglobinin gibi hayvansal organizmada oksijen taşıyıcısı olarak görev yapar.

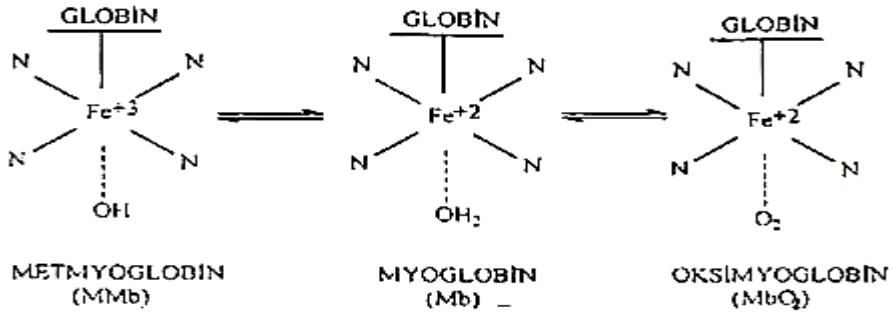
Myoglobin, sarkoplazmik bir protein olan globin ve hemoglobinde olduğu gibi renk maddesi grubu olan Fe⁺² - protoporfirinden (hem grubu) oluşmaktadır. Myoglobin bileşiminde bulunan demir molekülünde, demir atomunun globin bağı karşısında, oksijenine bağlı olarak su molekülü bulunur.



Resim 2.14: Yeni doğranmış et

Hemoglobinin görevi, bir molekül oksijen ile geçici olarak birleşerek organizmada akciğerden dokulara oksijen taşımaktır. Oksijen taşıyıcısı olan hemoglobin, kas gibi oksijen kısmi basıncının (PO₂) düşük olduğu ortamlarda oksijeni myoglobine verir.

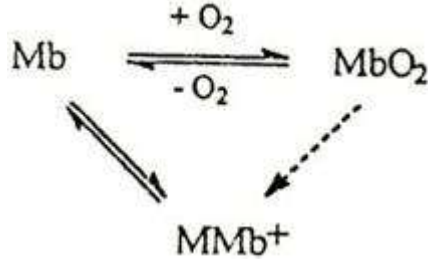
Myoglobine oksijenin bağlanması ortamın pH değerine bağlıdır. Düşük pH değerindeki ortamlarda oksijenin bağlanması artar.



Şekil2.7: Myoglobin de renk değişimi

Taze kesilmiş hayvan etinin rengi bir kas pigmenti olan myoglobinden (Mb. Fe⁺²) kaynaklanmaktadır. Etin renginde hemoglobinin etkisi çok fazla değildir. Hatta hemen hemen hiç yoktur da denilebilir. Kanı iyice akıtılmış ette toplam et renginin % 80-90' ını myoglobin olduğu deneysel analizler sonucunda elde edilmiştir. Canlı hayvan vücudunda bulunan demirin ancak % 10' u myoglobine bağlı olduğu halde, kanı tamamen akıtılmış etteki demir miktarının % 90-95' i myoglobine bağlı olarak bulunmaktadır.

Taze etin rengi, bileşimindeki Myoglobin (Mb), oksimyoglobin (MbO₂) ve metmyoglobin (MMb+) miktarına bağlıdır.



Şekil.2.8: Myoglobin, oksimiyoglobin, metmyoglobinin birbiriyle ilişkileri

Taze kesilmiş etteki myoglobin, oksijen kısmi basıncının yüksek olduğu bir ortamda oksijen ile oksimiyoglobin yaklaşık 1 cm kalınlığında parlak kırmızı bir renk alır (oksijenasyon) (MbO₂). Bu renk, ette kalite kriteri olarak kabul edilir.

Ancak ortamda oksijenin yeterli bulunmaması halinde ağır ve sürekli bir oksidasyon ile metmyoglobin (MMb⁺) oluşur ve etin rengi kahverengileşir. (Bunun nedeni Fe³⁺ ün Fe²⁺ e göre daha kötü bir oksijen alıcısı olmasıdır).

NO, N₃⁻ gibi daha kuvvetli alıcı bağlayıcıları mevcutsa, MbO₂'ye benzer kompleksler oluşmaktadır. Fe³⁺ ün Fe²⁺ e oksidasyonu ise otoksidasyon olup ortamın pH değerinin düşmesi ile artar.

Kesimden hemen sonra etin pH değeri yaklaşık 7 dolayındadır. Post-rigor durumunda bu değer etin glikolizi sonucu pH değeri 5~6' ya düşeceğinden otoksidasyonun da hızı artmaktadır.

Taze ette MMb⁺ nin tekrar Mb' ye redükte edildiği bir sistem bulunmaktadır. Bu sistemin eritrositlerindeki methemoglobin redüksiyon sistemine benzediği düşünülmektedir. Taze ette, ortamda oksijen az bulunması halinde örneğin paketlenmiş etlerde veya parça etin orta kısmında, yavaş bir oksidasyonla MMb⁺ oluşur ve bu tekrar Mb ye indirgenir. Bu olaya "Bloom-Açılma" adı verilir.



Şekil.2.9: Myoglobini, metmyoglobine dönüşümü

Ancak bu reaksiyon kapasitesi bir süre sonra gücünü yitireceği için taze etlerin oksijen geçirmez ambalaj materyali ile ambalajlanması uygundur. Eğer oksijen geçirmez bir ambalaj materyali ile ambalaj yapılırsa etin tüm renk maddesi, Mb olarak kalır ve paketin açılması ile oksijen etkisiyle parlak kırmızı renkli MbO₂ ye dönüşür. Ortamda Cu²⁺ in bulunması etin otoksidasyonu önemli düzeyde artırdığı halde, bu konuda Fe²⁺ Zn²⁺ ve Al²⁺ daha az etkili olmaktadır.

Et teknolojisinde nitrat ve nitrit ilavesi ile etin kürlenmesi, et renginin stabilitesini sağlamakta büyük bir önem taşır. Nitrit aşağıda görüldüğü gibi öncelikle myoglobini, metmyoglobine oksitler.

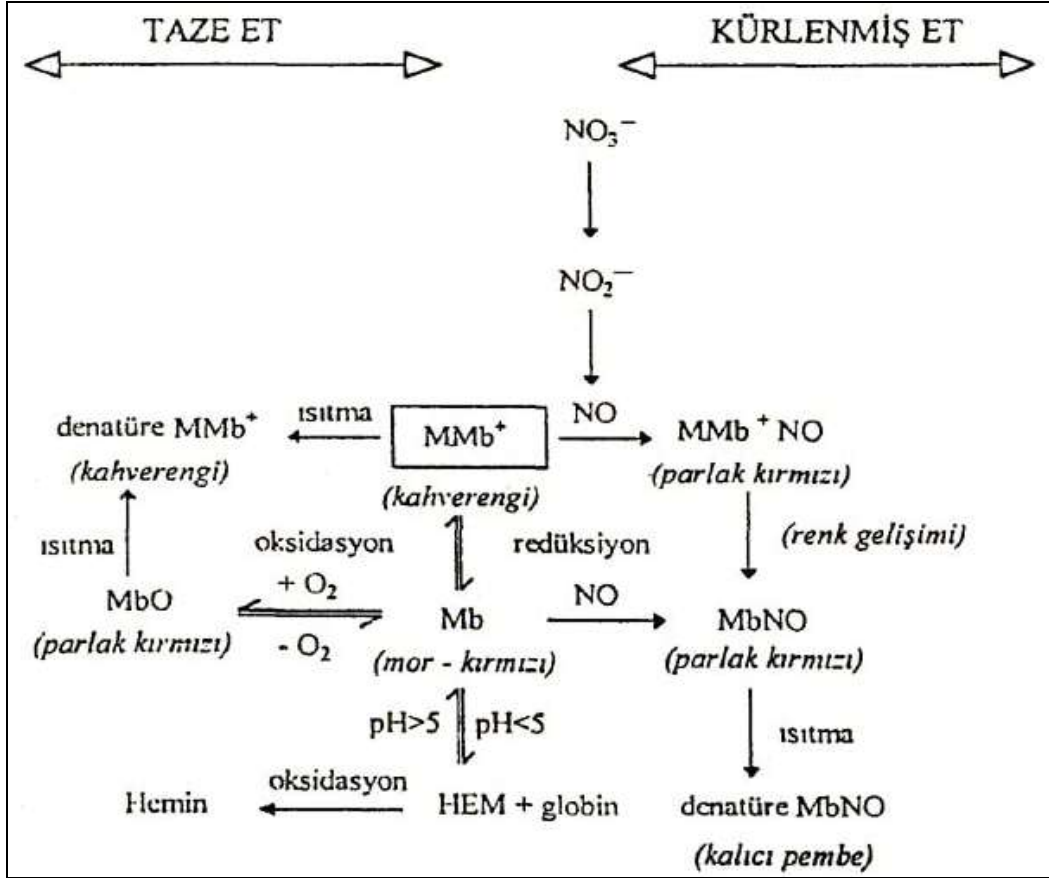
Oluşan NO, Mb ve MMb ile parlak kırmızı renkli ve çok stabil bir kompleks oluşturur (MbNO ve MMb+NO). Şekil 56. da myoglobin, metmyoglobin, oksimiyoglobin, nitrosomyoglobin ve nitrosometmyoglobinin reaksiyonları ve bu reaksiyonlara bağlı olarak ette oluşan renk değişimleri gösterilmektedir. MbNO, ortamda oksijen olmadığında çok stabil olduğu halde, oksijen varlığında dissosiyasyon NO, NO₂e oksitlenir.

Et ürünlerinde yeterli bir renk oluşumunun sağlanması için 30-50 ppm nitritin yeterli olduğu saptanmıştır.

Pişirme işlemi ile ette bulunan proteinler katılaşır ve su kaybı olur. Susuz ortamda pişen ette ısı yükseldikçe su kaybı artar ve et kurur. Sulu ortamda pişen etin ağ dokusu proteinlerinden kolajen hidrolize olur ve etin yumuşamasını sağlar. Pişirme sırasında ete rengini veren miyoglobinin yapısı bozularak metmyoglobine dönüşür. Bu olay etin kırmızı renginin kahverengiye dönüşmesine neden olur.



Resim.2.15: K rlenmiř et(pastırma)



Şekil.2.10: Myoglobin reaksiyonları ve etin rengindeki değişimlerin şematik olarak gösterilmesi

Nitrit zehirlenmeleri, özellikle kanlarında yeterli düzeyde methemoglobin reduktaz enzimi içermeyen bebeklerde önem taşımaktadır.

Hemoglobinin yapısında Fe²⁺ in Fe³⁺ e oksitlendiği methemoglobin miktarı yetişkin insanların kanında % 1,7 düzeyinde bulunur. Ancak oral yolla nitrat veya nitrit alan kişilerde bu düzey % 15 oranına çıktığında iç boğulma siyanoz görülür. % 40 methemoglobin düzeyinde depresyon, ciddi kalp çarpıntıları, % 60 düzeyinde ise koma ve ölüm söz konusudur. Nitrit zehirlenmesi özellikle et ürünlerinde renk oluşumunu sağlamak üzere gereğinden fazla nitrat, nitrit tuzlarının kullanılması ile veya ıspanak gibi yeşil yapraklı sebzelerde kullanılan fazla miktardaki azotlu gübreden kaynaklanabilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

İşlem Basamakları	Öneriler
Bitkilerdeki renk değişimlerini incelemek için;	
➤ İşlem için hazırlık yapınız.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çalışmaya başlamadan önce ellerinizi ➤ uygun temizlik maddesi ile yıkayınız ve kurulaınız.. ➤ İş önlüğünüzü giyiniz. ➤ Bone ve maske takınız. ➤ Steril eldiven giyiniz. ➤ Çalışma ortamınızı hazırlayınız
➤ Birer adet yeşil domates ve biber alınınız.	➤ Yeşil domates ve biberin taze olmasına dikkat ediniz.
➤ Domates ve biberi nemsiz bir yerde güneş ışığında bırakınız.	➤ Domates ve biberi güneş alan bir ortamda cam kap içinde bekletiniz.
➤ Bir hafta ortamda kalmasını sağlayınız.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zaman çizelgesine uyunuz. ➤ Günlük kontrollerinizi yapınız.
➤ Renk değişimlerini gözlemleyiniz.	➤ Bitkilerde meydana gelen renk değişimlerini günlük olarak not ediniz
➤ Renk değişimi nedenlerini raporlaştırınız.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Başlangıçtan itibaren oluşan renk değişimlerini rapor haline getiriniz. ➤ Çalışma bittikten sonra renk değişimlerini ders bilgi notlarınızla karşılaştırarak hangi fenolik bileşiklerin renk değişimine etki ettiğini tespit etmeye çalışınız.
Etteki renk değişimini incelemek için;	
➤ Dört ayrı et örneği alınınız.	
➤ Birinci örneği oda sıcaklığında bir gün bekletiniz.	➤ 1.ve 2. Örnek için cam malzeme kullanınız.
➤ İkinci örneğe nitrat tuzu ilave ederek oda sıcaklığında 24 saat bekletiniz.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nitrat tuzunun miktarına dikkat ediniz. ➤ Nitratın etin tamamına ve eşit olarak etin her tarafına bulaşmasına dikkat ediniz.
➤ Üçüncü örneğin hava ile temasını engelleyerek oda sıcaklığında bir gün bekletiniz.	➤ Üçüncü örneğin hava almamasına dikkat ediniz.
➤ Dördüncü et örneğini 30 dakika normal ateşte pişiriniz	➤ Örneği su ile pişiriniz.
➤ Et örneklerinde meydana gelen renk değişimlerini karşılaştırınız.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Değişimleri ve örnekler arasındaki renk farklarına dikkat ediniz. ➤ Çalışma bittikten sonra kullanılan araç gereçleri ve çalışma ortamını temiz bırakınız. ➤ Oluşan renk değişimlerini gözleyerek sonuçları rapor haline getiriniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere soruların altındaki tabloda verilen doğru sözcüğü yerine yazınız.

- Tüm bitkisel dokuların yeşil renkleri klorofil olarak bilinen kaynaklanmaktadır.
- Birçok meyve ham haldeyken daha miktarda klorofil içerir.
- Isıl işlem sonucu oluşan renk bozulmalarını önlemek için haşlama veya pişirme suyuna az miktarda sodyum bikarbonat eklenerek ortam hale getirilir.
- Antosiyaninler, meyve, sebze ve çiçeklerin kendine özgü, pembe, kırmızı, viole, mavi ve mor tonlarındaki çeşitli renklerini veren, suda çözünebilir özellikteki maddeleridir.
- Ortamın pH derecesi ikinin altına antosiyanin flavilium katyonu (AH⁺) ortama hakim olur ve bunun rengi kırmızıdır.
- Antosiyaninler, ışığa ve°C ye kadar sıcaklığa dayanıklıdır.
- Karotenoidler sonra doğada en yaygın olarak bulunan renk pigmentleridir.
- Karotenoidlerin bitkilerdeki görevi ışığıetmek ve bitkiyi ışığa duyarlılıktan korumaktır.
- Ete renk veren bileşikler içerisinde en önemlileri ve dir.
- Et renginin beyaz veya kırmızı olmasına göre değişmekle birlikte, kas dokusunun kuru maddesinde yaklaşık % oranında myoglobin bulunmaktadır.

Pigmentten	Renk	Klorofilden	1
Fazla	Düşünce	Absorbe	Az
Alkali	120	Myoglobin, hemoglobin	Glikozit

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere tabloda verilen doğru sözcüğü yazınız .

1. Fenolik bileşikler antimikrobiyal veetki gösterir.
2. Fenolik bileşikler gıdalarda.....değişikliğine neden olur.
3. Fenolik bileşiklerin bir kısmı meyve ve sebzelerin lezzetine özellikle
4. ağızda.....bir tat vermesi bakımından etkilidir.
5. Meyve ve sebzelere sarı rengi veren maddesidir.
6.provitamin A olarak adlandırılır.
7. Meyve ve sebzeler.....haldeyken fazla miktarda klorofil içerir.
8. Flavanoidler, bitkisel çayların, meyve ve sebzelerin doğal yapılarında bulunan antioksidanlardır.
9. Flavanon glikozitleri yaygın olarak bulunmaktadır.
10. Fenolik ; **hidroksisinamik asitler** ve **hidroksibenzoik asitler** olmak üzere iki grupta incelenirler.
11. Antosiyanidinlere en yaygın bağlanan glukoz, galaktoz, amnoz ve arabinozdur.
12. Kateşinlerden veya löykoantosiyanidinlerden oluşan yapıları proantosiyanidinler denir.
13. kateşin/epikateşin ünitelerinin kondensasyonu ile oluşan bileşiğe prosiyanidin adı verilmektedir.
14. Yeşil yaprakların ve bazı ham meyvelerin yeşil rengini veren,..... klorofil a ve klorofil b olarak iki gruba ayrılır.
15. Feofitin (a ve b), magnezyum içermeyen klorofil ... ve ... olarak tanımlanır.
16. Kimyasal açıdan bakıldığında antosiyaninler, “.....” lerin glikozitleridir.
17. Antosiyaninler,ve °C' ye kadar sıcaklığa dayanıklıdır.

18. Yeşil sebzelerde enzimi klorofili parçalayarak meyve ve sebzelerin yeşil renginin kaybolmasına neden olur.
19. öncelikle domates ve domatesten elde edilen, domates suyu, püresi ve salçası gibi ürünlerde bulunur.
20. Hemoglobinin görevi, bir molekül oksijen ile geçici olarak birleşerek, organizmada akciğerden dokulara taşımaktır.
21. Et teknolojisinde ilavesi ile etin kürlenmesi, et renginin stabilitesini sağlamakta büyük bir önem taşır.

Antioksidatif	Polifenolik	Pigment	Oksijen
Renk değişikliğine	Turunçgillerde	a,b	Nitrat, nitrit
Buruk	Asitler	Antosiyanidin	Tat
Karotenoid	Monosakkaritler	Işığa, 120	Lezzet
Karotenler	Polimerik	Klorofilaz	Klorofil
Ham	Saf	Likopen	pH

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1 CEVAP ANAHTARI

1	Fenolik bileşikler
2	İki
3	Polifenolik
4	Biyoflavonoid
5	Tadını, renklerini
6	Düşük, yüksek
7	Açık sarı
8	Glikozid
9	Renksiz
10	Acılık, burukluk

ÖĞRENME FAALİYETİ 2 CEVAP ANAHTARI

1	Pigmentten
2	Fazla
3	Alkali
4	Renk
5	Düşünce
6	120
7	Klorofilden
8	Absorbe
9	Myoglobin, hemoglobin
10	1

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	Antioksidatif
2	Renk değişikliğine
3	Buruk
4	Karotenoid
5	Karotenler
6	Ham
7	Polifenolik
8	Turunçgillerde
9	Asitler
10	Monosakkaritler
11	Polimerik
12	Saf
13	Pigment
14	a,b
15	Antosiyanidin
16	Işığa, 120
17	Klorofilaz
18	Likopen
19	Oksijen
20	Nitrat, nitrit

KAYNAKÇA

- ACAR J, **Gıda Kimyası Editör: İbilge Saldamlı**, Hacettepe Ü Yayınları, Ankara, 1998.
- BAYSAL A, **Beslenme**, Hacettepe Ü Yayınları, Ankara, 1990.
- CEMEROĞLU B., Acar, J., 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6, Ankara.
- ÖZTÜRK N, Z. TUNALIER, **Antioksidan Etki ve fenolik Bileşikler**, Anadolu Ü, Eskişehir, 2002.
- SALDAMLI İ, **Gıda Katkı Maddeleri ve İngrediyenler**, Hacettepe Ü Yayınları, Ankara, 1985.
- YÜCECAN S, S. BAYKAN, **Besin Kimyası**, Milli Eğitim Yayınları, Ankara, 1987.